

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-160183

(43)Date of publication of application : 23.06.1995

(51)Int.Cl.

G03H 1/26  
B60K 35/00  
G02B 27/02

(21)Application number : 05-307891

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 08.12.1993

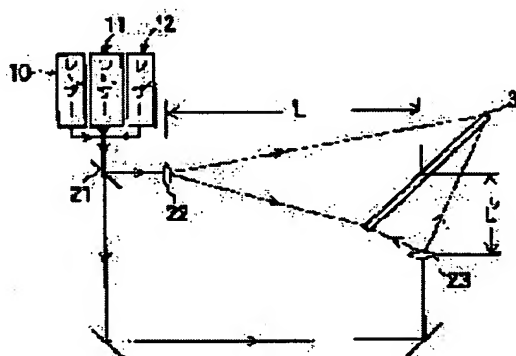
(72)Inventor : MIYAJI YOSHIYUKI

## (54) COLOR LIPPMANN HOLOGRAM AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a color Lippmann hologram which enables simultaneous recording of three colors in color hologram recording and color hologram duplicating as recording of a desired diffracted light wavelength with desired diffraction efficiency on the hologram is possible and which is useful for a head up display as appearance colors are decreased.

**CONSTITUTION:** The exposures by laser beams 10, 11, 12 are adjusted according to the respective exposing sensitivities of the respective colors of a photopolymerizable film 3, by which the respective diffraction efficiency of the respective colors is controlled to the color tones desired to be displayed. The hologram is produced by a process for previously depicting the relations between the exposures and diffraction efficiency of the respective colors of the photopolymerizable film 3 as graphs, deriving the necessary exposures of the respective colors from the respective graphs according to the color tones desired to be displayed and irradiating the photopolymerizable film 3 with the respective laser beams of three primary colors according to the exposures of the respective colors coaxially at the same time for starting the irradiation, thereby executing hologram recording.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination 24.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3651808

[Date of registration] 04.03.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-21749

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection] 07.11.2003

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the color Lippmann hologram which diffracts red, green, and the blue three primary colors It is what this hologram is the same axle about each laser light in three primary colors, and makes the time of exposure initiation the same, and is irradiated and recorded on a photopolymerization nature film. The color Lippmann hologram characterized by each diffraction efficiency of each color being adjusted by the color tone displaying by adjusting the light exposure by this laser light according to each exposure sensibility of each color in a photopolymerization nature film.

[Claim 2] The color Lippmann hologram according to claim 1 whose color Lippmann hologram is an object for turning-the-head-up tee sprays.

[Claim 3] Red, green, and blue hologram record in three primary colors are performed on a photopolymerization nature film. In manufacturing the color Lippmann hologram, relation of the light exposure of each color and diffraction efficiency in this photopolymerization nature film is graph-ized, respectively. According to a color tone to display, the need light exposure of each color is drawn from said each graph. The manufacture approach of the color Lippmann hologram which is the same axle about each laser light in three primary colors, and makes the time of exposure initiation the same and is characterized by irradiating a photopolymerization nature film and carrying out hologram record according to the light exposure of each of this color.

[Claim 4] The manufacture approach of the color Lippmann hologram according to claim 3 which is what is performed by adjusting each exposure reinforcement so that hologram record of each color may become the light exposure which each color needs, while making the same the exposure time in each laser light in three primary colors.

[Claim 5] The manufacture approach of the color Lippmann hologram according to claim 3 which is what is performed by adjusting each exposure time so that hologram record of each color may become the light exposure which each color needs, while fixing the laser exposure reinforcement of each color.

[Claim 6] The manufacture approach of the color Lippmann hologram according to claim 3 that the color Lippmann hologram is an object for turning-the-head-up tee sprays.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the color Lippmann hologram especially the color Lippmann hologram useful as a turning-the-head-up tee spray, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, a hologram is widely used for the object for an ornament, the object for forged prevention, and optical elements, and the hologram of a volume phase mold (Lippmann mold) which is especially excellent in wavelength selection nature recently, and is excellent also in a cubic effect attracts attention.

[0003] For example, although a hologram combiner is an example of such an optical element, the function can be said to be a semi-permeable image formation component. As an optical element represented by such hologram combiner, the combiner for a turning-the-head-up display is mentioned, for example, it is used with the glass laminate gestalt as an automotive application.

[0004] However, usually it is recorded on single wavelength, an appearance color besides the problem that playback wavelength will be limited to Isshiki is conspicuous, and the hologram currently used for this kind of application has the problem as what is attached in the front windshield of a driver's seat.

[0005] On the other hand, the color hologram which consists of a photopolymerization nature film is used for this kind of application, and there is a request which multiple-color-izes playback wavelength. Although what is necessary is just to record a hologram using the laser light which is theoretically equivalent to the three primary colors in order to colorize a reconstruction image, since the excitation efficiency of each coloring matter contained in a photopolymerization nature film differs, it is difficult to control to the diffraction efficiency which asks for red, green, and the blue three primary colors, respectively, and to acquire a desired color tone.

[0006] For example, when time amount is shifted, respectively, the laser light equivalent to the three primary colors is irradiated on the non-same axle and a hologram is recorded, sensitized material components, such as a monomer, move by the first laser exposure in the three primary colors, the so-called "color gap" surely arises, and acquiring a desired color tone has the problem of being difficult. Moreover, an appearance color is conspicuous like what is recorded on single wavelength, and the color Lippmann hologram recorded by doing in this way has a problem as a combiner for a turning-the-head-up display.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is the color Lippmann hologram controlled by the desired color tone, and offers a technical problem especially the color Lippmann hologram by which the appearance color was reduced, and its manufacture approach as an object for turning-the-head-up tee sprays.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In the color Lippmann hologram to which the color Lippmann hologram of this invention diffracts red, green, and the blue three primary colors It is what this hologram is the same axle about each laser light in three primary colors, and makes the time of exposure initiation the same, and is irradiated and recorded on a photopolymerization nature film. By adjusting the light exposure by this laser light according to each exposure sensibility of each color in a photopolymerization nature film, it is characterized by each diffraction efficiency of each color being adjusted by the color tone displaying.

[0009] The manufacture approach of the color Lippmann hologram of this invention Red, green, and blue hologram record in three primary colors are performed on a photopolymerization nature film. In manufacturing the color Lippmann hologram, relation of the light exposure of each color and diffraction efficiency in this photopolymerization nature film is graph-ized, respectively. It is characterized by drawing the need light exposure of each color from said each graph according to a color tone displaying, irradiating a photopolymerization nature film, being the same axle about each laser light in three primary colors, and using the time of exposure initiation as the same according to the light exposure of each of this color, and carrying out hologram record.

[0010] Moreover, in the manufacture approach of the above-mentioned color Lippmann hologram, while hologram record of each color makes the same the exposure time in each laser light in three primary colors, it is characterized by being carried out by adjusting each exposure reinforcement so that it may become the light exposure which each color needs.

[0011] Furthermore, in the manufacture approach of the above-mentioned color Lippmann hologram, while hologram record of each color fixes the laser exposure reinforcement of each color, it is characterized by being carried out by adjusting each exposure time so that it may become the light exposure which each color needs.

[0012] Furthermore, the above-mentioned color Lippmann hologram is characterized by being an object for turning-the-head-up tee sprays.

[0013] Hereafter, this invention is explained to a detail.

Although a photopolymerization nature film is a solid-state substantially, if laser light (coherent light) is exposed, a monomer will generate a polymer with the high molecular weight which has the reflection factor and rheology property which carry out a polymerization and are different from the non-exposing field of a film. Although a film is a solid-state substantially, counter diffusion of it is carried out before exposure by laser light, during exposure, or after exposure until homogeneity exposure is carried out, or it heat-treats and is fixed to a component. Thickness is the photopolymerization nature film which is 1-100 micrometers, and a photopolymerization nature film consists of a plasticizer etc. the red dyes for laser light which have a binder and an ethylene system partial saturation monomer as a component, and have an absorption region in 600nm - 680nm as a photoinitiator, the blue coloring matter for laser light which has an absorption region in 400nm - 490nm, the green coloring matter for laser light which has an absorption region in 500nm - 570nm, and if needed.

[0014] required for a binder to have a function as a matrix for a monomer and each coloring matter before exposure, and give the refractive index of an orienting line, and for after exposure form a reflection hologram -- it contributes to physical and a refractive-

index property. They are the interpolymers which are excellent in coherent, the flexibility, the miscibility, and tensile strength other than a refractive index, and contain the segment of polyvinyl acetate, a polyvinyl butyral, a polyvinyl acetal, polyvinyl formals, and these polymers as the principal part, and such mixture.

[0015] Moreover, as an ethylene system partial saturation monomer, the mixture of the carbazole monomer of solid ethylene system partial saturation and the ethylene system unsaturated compound of the liquid which has the boiling point 100 degrees C or more which can carry out addition polymerization is illustrated. As a carbazole monomer of solid ethylene system partial saturation, N-vinylcarbazole is illustrated, for example and 2-phenoxy ethyl acrylate, the monoacrylate by which phenol ethoxylation was carried out, the ethoxylated bisphenol A diacrylate, or such mixture are illustrated as an ethylene system unsaturated compound of a liquid, for example.

[0016] Moreover, as a photoinitiator, although red, blue, and green three-primary-colors coloring matter are added As red dyes for laser light which have an absorption region in 600nm - 680nm As xanthene dye, oxazine system coloring matter, and blue coloring matter for laser light that has an absorption region in 400nm - 490nm As oxazole OKISA diazole system coloring matter, stilbene system coloring matter, quinolone system coloring matter, coumarin system coloring matter, and green coloring matter for laser light that has an absorption region in 500nm - 570nm, coumarin system coloring matter and xanthene dye are mentioned. Specifically, what is indicated by the CMC Co., Ltd. issue is mentioned on "special function coloring matter"-technique and commercial-scene -, 92 pages - 103 pages, and July 25, 1986.

[0017] Moreover, in order to give mechanical properties, such as an adhesive property, flexibility, and a degree of hardness, a photopolymerization nature film can be made to contain a plasticizer if needed, for example, triethylene glycol dicaprylate, tetraethylene glycol JIHEPUTANOETO, etc. are mentioned to it. In addition, an optical brightening agent, an ultraviolet ray absorbent, a thermostabilizer, a hydrogen donor, an adhesion alteration agent, a covering assistant, a remover, etc. are added as an arbitration component.

[0018] the rate of each component in a photopolymer constituent -- binder:25 % of the weight -90 % of the weight -- desirable -- 45 % of the weight - 75 % of the weight and monomer:5 % of the weight -60 % of the weight -- desirable -- 15 % of the weight - 50 % of the weight and plasticizer:0-25 % of the weight -- desirable -- 0 - 15 % of the weight, and photoinitiator system:0.1 % of the weight - 10 % of the weight -- desirable -- 1 - 7 % of the weight, and arbitration component: -- it is 1 % of the weight - 4 % of the weight preferably zero to 5% of the weight.

[0019] a photopolymer constituent -- a polyethylene terephthalate film, a polymethylmethacrylate film, a polycarbonate film, and a cel -- a funnel -- after applying on transparence bases, such as a triacetate film, and considering as a photopolymerization nature film or fabricating in the shape of a film, a laminating is carried out on a transparence base. The laminating of polyethylene or a polypropylene film, the polyethylene terephthalate film, etc. is carried out to a photopolymerization nature film front face as a primary protective layer. What is marketed as trade names HRF705 and HRF352 from Du Pont can be used for such a photopolymerization nature film.

[0020] The optical system for producing the color Lippmann hologram As shown in drawing 1 , the mixed light is carried out by the half mirror 21 for 2 minutes, making into the same axle each laser light oscillated from the red laser 10, the blue laser 11, and the green laser 12, and using the time of exposure initiation as the same. Subsequently Each laser light is changed into the emission light which comes out of one point with lenses 22 and 23, incidence of these two emission light is carried out from the both sides of the photopolymerization nature film 3, and it is made to interfere as the Lippmann hologram.

[0021] Next, the color Lippmann hologram and its manufacture approach of this invention are explained.

[0022] Although counter diffusion is carried out before exposure by laser light, during exposure, or after exposure until homogeneity exposure of the sensitization component in a photopolymerization nature film is carried out or it is heat-treated and established, as mentioned above It is the same axle about each laser light in three primary colors, and a photopolymerization nature film is irradiated, hologram record is carried out, using the time of exposure initiation as the same, and this invention is based on having found out that the record according to light exposure of each color was made. Moreover, if the light exposure of each laser light is adjusted according to each exposure sensibility of each color in a photopolymerization nature film, though the excitation efficiency of each color in a photopolymerization nature film is different, it is based on having found out that each diffraction efficiency of each color was adjusted by the color tone to display.

[0023] In order to adjust the light exposure of each laser light according to each exposure sensibility of each color in a photopolymerization nature film, the light of wavelength to record on a photopolymerization nature film is exposed by the homogeneous light, respectively, and relation between light exposure (mJ) and diffraction efficiency (%) is graph-ized. And what is necessary is in recording, to draw light exposure, to adjust the exposure reinforcement and irradiation time of each laser light, respectively to correspond to the diffraction efficiency of each request of R, G, and B, and just to irradiate it from the three above-mentioned graph, according to each of that drawn light exposure.

[0024] As an approach of adjusting the exposure reinforcement and irradiation time of each laser light (1) While doubling other blue and the irradiation time of each green laser with the exposure time in red dyes with low sensibility and considering as the same time amount [ whether the output of each laser is reduced so that other blue and green may serve as required light exposure, and ] Or while fixing (2) red who adjusts exposure reinforcement and irradiates it using an ND filter or an adjustable beam splitter, blue, and the laser output of each green color to the output of the proper which those laser output units have There are red, blue, and the approach of adjusting the exposure time and irradiating it, respectively so that it may become the light exposure of a request of \*\*\*\*\*.

[0025] In order that the above-mentioned approach of (1) may make the same the time of exposure initiation, and irradiation time, there is little effect by diffusion of a sensitization component, and it is the approach that the diffraction efficiency of each color can be most adjusted to a desired thing.

[0026] Moreover, a laser output has 0.01W-7W, and fixed constraint in 0.01W-7W, and green laser (514nm) in 0.01W-2W, and blue laser (488nm) in red laser (647nm). Therefore, when the sensibility of each color in a photopolymerization nature film is too low to adjust a laser output, and in order to consider as the color tone for which it wishes, the approach of (2) is applied when it is necessary to make the diffraction efficiency of each color greatly different. In this case, make the same the time of exposure initiation of each laser, irradiation time is made different in each color, and there is an advantage that the color tone for which it wishes can be diversified.

[0027] As mentioned above, \*\* which indicated the case where a photopolymerization nature film was used as a hologram sensitized material can apply similarly the manufacture approach of the color Lippmann hologram adjusted by the above-mentioned color tone for which it asks, when using silver salt and dichromated gelatin as a hologram sensitized material.

[0028] Thus, a hologram image is reproduced as the recorded color Lippmann hologram is shown in drawing 2 . Namely, the light which came out of the display object 25 installed near [ one ] the emitting point in the case of photography is diffracted in the reflective direction. It is what is performed as it came out of image 25' of the display object installed near the emitting point of another

side in the case of as photography of the diffraction figure. The image formation scale factor and image position Since it is decided by the relative distance  $L$  of the emitting point at the time of photography, and a record ingredient, and  $L'$ , and only the light of wavelength with the wavelength in the case of record, or it and specific relation is moreover diffracted but the light of other wavelength penetrates, an image can be superimposed or compounded.

[0029] Since, as for the color Lippmann hologram of this invention, record of each color is performed on the same axle, in hologram playback, additive color mixture of each color is carried out, and it is made with the hologram which the appearance color reduced.

[0030]

[Function and Effect(s) of the Invention] Since it is recordable on a hologram with the diffraction efficiency which asks for desired diffracted-light wavelength according to this invention, color hologram record and 3 color coincidence record in a color hologram duplicate are possible, and since an appearance color is reduced, it is useful as an object for turning-the-head-up tee sprays.

[0031]

[Example 1]

(Measurement of the exposure sensibility of each color) After exfoliating the protective coat of a photopolymerization nature film (the laminating of the photopolymerization nature film of 20 micrometers of thickness is carried out on "HRF705" by Du Pont, and a polyethylene terephthalate bright film (50 micrometers of thickness), and a polyethylene terephthalate film (23 micrometers of thickness) is a laminating as a protective coat), it has arranged to the color Lippmann hologram optical system shown in drawing 1.

[0032] First, a record include angle is made into 0 degree and 0 degree in the wavelength of 647nm, and exposure on-the-strength 1.40mw with red laser (krypton laser), and it is 5 mJ/cm<sup>2</sup>. After irradiating so that it may become light exposure, a high pressure mercury vapor lamp is used, and they are 100 mJ/cm<sup>2</sup>. Ultraviolet rays were irradiated, it heat-treated for 120 minutes at 120 more degrees C, and the hologram of a reflective mold was produced.

[0033] When the obtained optical property of a hologram was measured with the transparency mold spectroscopy, diffraction efficiency was 10% at 0 degree whenever [ angle-of-diffraction ].

[0034] the thing whose photopolymerization nature film is not recorded -- changing -- moreover, light exposure -- respectively -- 10 mJ/cm<sup>2</sup>, 15 mJ/cm<sup>2</sup>, 20 mJ/cm<sup>2</sup>, 30 mJ/cm<sup>2</sup>, 40 mJ/cm<sup>2</sup>, 50 mJ/cm<sup>2</sup>, 60 mJ/cm<sup>2</sup>, 70 mJ/cm<sup>2</sup>, 80 mJ/cm<sup>2</sup>, and 100 mJ/cm<sup>2</sup> \*\* -- except having carried out, the hologram was produced similarly, respectively and diffraction efficiency was measured, respectively. The relation of the diffraction efficiency over each obtained light exposure is shown in drawing 3.

[0035] Next, a photopolymerization nature film is changed into a non-recorded thing, and they are 5 mJ/cm<sup>2</sup> similarly at the wavelength of 514nm, and exposure on-the-strength 2.60mw by green laser (argon laser). After irradiating so that it may become light exposure, 100 mJ/cm<sup>2</sup> ultraviolet rays were irradiated using the high pressure mercury vapor lamp, it heat-treated for 120 minutes at 120 more degrees C, and the hologram of a reflective mold was produced. When the obtained optical property of a hologram was measured with the transparency mold spectroscopy, diffraction efficiency was 20% at 0 degree whenever [ angle-of-diffraction ].

[0036] the thing whose photopolymerization nature film is not recorded -- changing -- moreover, light exposure -- respectively -- 10 mJ/cm<sup>2</sup>, 15 mJ/cm<sup>2</sup>, 20 mJ/cm<sup>2</sup>, 30 mJ/cm<sup>2</sup>, 40 mJ/cm<sup>2</sup>, and 50 mJ/cm<sup>2</sup> \*\* -- except having carried out, the hologram was produced similarly, respectively and diffraction efficiency was measured, respectively. The relation of the diffraction efficiency over each obtained light exposure is shown in drawing 4.

[0037] Moreover, a photopolymerization nature film is changed into a non-recorded thing, and they are 5 mJ/cm<sup>2</sup> similarly at the wavelength of 488nm, and exposure on-the-strength 1.80mw by blue laser (argon laser). After irradiating so that it may become light exposure, 100 mJ/cm<sup>2</sup> ultraviolet rays were irradiated using the high pressure mercury vapor lamp, it heat-treated for 120 minutes at 120 more degrees C, and the hologram of a reflective mold was produced. When the obtained optical property of a hologram was measured with the transparency mold spectroscopy, diffraction efficiency was 30% at 0 degree whenever [ angle-of-diffraction ].

[0038] the thing whose photopolymerization nature film is not recorded -- changing -- moreover, light exposure -- respectively -- 10 mJ/cm<sup>2</sup>, 15 mJ/cm<sup>2</sup>, 20 mJ/cm<sup>2</sup>, 30 mJ/cm<sup>2</sup>, and 40 mJ/cm<sup>2</sup> \*\* -- except having carried out, the hologram was produced similarly, respectively and diffraction efficiency was measured, respectively. The relation of the diffraction efficiency over each obtained light exposure is shown in drawing 5.

[0039] (Production of the color Lippmann hologram) Red diffraction efficiency tried production of the color Lippmann hologram 60% and whose blue diffraction efficiency green diffraction efficiency is 40% 40%.

[0040] It is 7 mJ/cm<sup>2</sup> that the blue diffraction efficiency from 20 mJ/cm<sup>2</sup> and drawing 5 shall be 40% as 40 mJ/cm<sup>2</sup> and drawing 4 to green diffraction efficiency shall be 60% as drawing 3 to red diffraction efficiency shall be 40%. It turns out that light exposure is required.

[0041] It is light exposure when setting the output of the red laser 10 to 1.40mW 40 mJ/cm<sup>2</sup> In order to carry out, the exposure time is required for about 28 seconds. Next, the exposure time (28 seconds) is fixed according to red with this low sensibility, the exposure reinforcement by the green laser 11 is adjusted to 0.71mW using an ND filter, and light exposure is 20 mJ/cm<sup>2</sup>. It adjusts so that it may become. Moreover, the exposure reinforcement by the blue laser 12 is similarly adjusted to 0.25mW using an ND filter, and light exposure is 7 mJ/cm<sup>2</sup>. It adjusted so that it might become.

[0042] In the optical system shown in drawing 1 based on this and on a non-recorded photopolymerization nature film Exposure reinforcement by the red laser 10 is set to 1.40mW. The exposure time About 28 seconds, The exposure reinforcement by the green laser 11 is adjusted to 0.71mW using an ND filter. The exposure time about 28 seconds and according to blue laser 12 similarly exposure reinforcement Adjust to 0.25mW using an ND filter, and the exposure time is made into about 28 seconds. After carrying out the same time amount (28 seconds) exposure of each laser on the same axle simultaneous, a high pressure mercury vapor lamp is used, and they are 100 mJ/cm<sup>2</sup>. Ultraviolet rays were irradiated, it heat-treated for 120 minutes at 120 more degrees C, and the hologram of a reflective mold was produced. The exposure timing of each color laser is shown in drawing 6.

[0043] When the obtained optical property of a hologram was measured with the transparency mold spectroscopy, as for red diffraction efficiency, the color Lippmann hologram of the diffraction efficiency to which green diffraction efficiency is 40% and asks for blue diffraction efficiency 63% was obtained 40%.

[0044] Moreover, when this color Lippmann hologram was used as turning-the-head-up tee sprays with the glass laminate gestalt as an automotive application, most appearance colors were not checked.

[0045]

[Example 2] It is light exposure when setting the output of the red laser 10 to 1.40mW in an example 1 40 mJ/cm<sup>2</sup> In order to carry out, the exposure time is required for about 28 seconds. Next, that whose exposure reinforcement is 1.00mW as green laser 11 is used, and light exposure is 20 mJ/cm<sup>2</sup>. The exposure time is made into 20 seconds so that it may become. Moreover, that whose exposure reinforcement is 0.5mW as blue laser 12 similarly is used, and light exposure is 7 mJ/cm<sup>2</sup>. The exposure time is made into 14 seconds so that it may become.

[0046] In the optical system shown in drawing 1 based on this and on a non-recorded photopolymerization nature film Exposure

reinforcement by the red laser 10 is set to 1.40mW. The exposure time About 28 seconds, Exposure reinforcement by the green laser 11 is set to 1.00mW. The exposure time About 20 seconds, Exposure reinforcement by the blue laser 12 is similarly set to 0.5mW. The exposure time Moreover, about 14 seconds, After making a record include angle into 45 degrees and irradiating it on the same axle at coincidence, a high pressure mercury vapor lamp is used, and they are 100 mJ/cm<sup>2</sup>. Ultraviolet rays were irradiated, it heat-treated for 120 minutes at 120 more degrees C, and the hologram of a reflective mold was produced. The exposure timing of each color laser is shown in drawing 7.

[0047] When the obtained optical property of a hologram was measured with the transparency mold spectroscopy, the color Lippmann hologram near the diffraction efficiency to which 35% and green diffraction efficiency are 45%, and red diffraction efficiency asks them for 63% and blue diffraction efficiency was obtained.

[0048] Moreover, when this color Lippmann hologram was used as turning-the-head-up tee sprays with the glass laminate gestalt as an automotive application, most appearance colors were not checked.

[0049]

[Comparative Example(s)] Although the exposure reinforcement of the laser of each color in an example 1 and the exposure time are made the same The record include angle according the record include angle by red laser to 45 degrees, 45 degrees, and green laser 45 degrees and 62 degrees, Make the record include angle by blue laser into 30 degrees and 54 degrees, and the time of exposure initiation is made different. First, after having irradiated for 28 seconds with green laser after irradiating for 28 seconds with red laser and changing whenever [ illuminating-angle ] as mentioned above after an exposure, and changing whenever [ illuminating-angle ] as mentioned above after the exposure, it irradiated for 28 seconds with blue laser. Subsequently, a high pressure mercury vapor lamp is used and they are 100 mJ/cm<sup>2</sup>. Ultraviolet rays were irradiated, it heat-treated for 120 minutes at 120 more degrees C, and the hologram of a reflective mold was produced. The exposure timing of each color laser is shown in drawing 8.

[0050] When the obtained optical property of a hologram is measured with a transparency mold spectroscopy, as for red diffraction efficiency, from the diffraction efficiency to which green diffraction efficiency is 10% and asks for blue diffraction efficiency 30% as compared with the thing of the above-mentioned example, it turns out that it is bad 55%. In addition, although each record include angle of R, G, and B was made different above, the same result was obtained also considering the record include angle as the same.

[0051] Moreover, when it carried out to turning-the-head-up tee sprays with the glass laminate gestalt as an automotive application, it was that by which a reaction is governed by the red light irradiated first and an appearance color is observed.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the schematic diagram showing the production approach of the color Lippmann hologram of this invention.

[Drawing 2] It is the schematic diagram showing the playback approach of the color Lippmann hologram of this invention.

[Drawing 3] It is drawing in the photopolymerization nature film used in the example 1 showing the relation between the light exposure of red laser, and the diffraction efficiency acquired.

[Drawing 4] It is drawing in the photopolymerization nature film used in the example 1 showing the relation between the light exposure of blue laser, and the diffraction efficiency acquired.

[Drawing 5] It is drawing in the photopolymerization nature film used in the example 1 showing the relation between the light exposure of green laser, and the diffraction efficiency acquired.

[Drawing 6] In manufacture of the color Lippmann hologram in an example 1, it is the explanatory view of the exposure timing of each color laser.

[Drawing 7] In manufacture of the color Lippmann hologram in an example 2, it is the explanatory view of the exposure timing of each color laser.

[Drawing 8] In manufacture of the color Lippmann hologram in the example of a comparison, it is the explanatory view of the exposure timing of each color laser.

[Description of Notations]

the inside of drawing, and 3 -- for blue laser and 12, green laser and 21 is [ a photopolymerization nature film and 10 / red laser and 11 / lens, 25, and 25' of a half mirror, and 22 and 23 ] images.

---

[Translation done.]

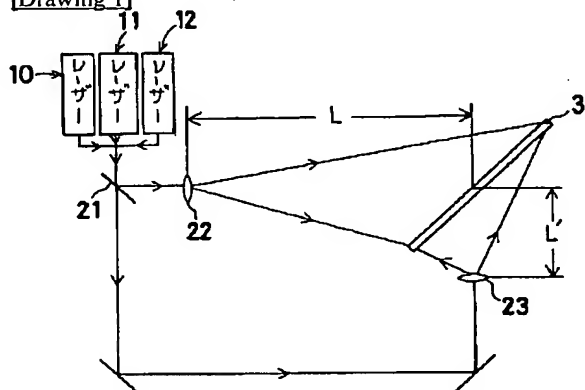
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

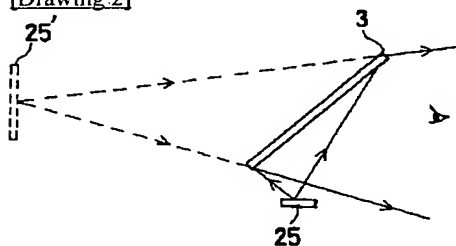
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

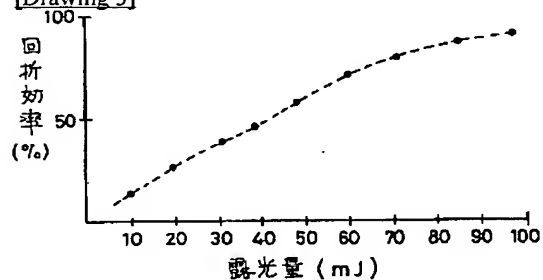
[Drawing 1]



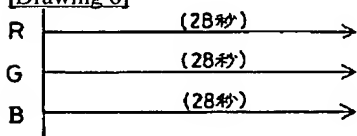
[Drawing 2]



[Drawing 3]

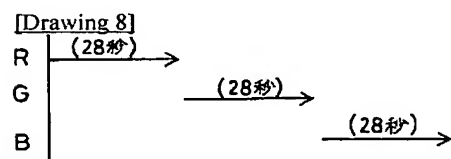
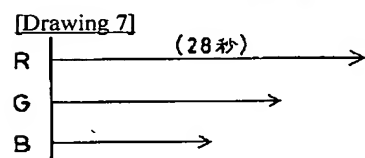
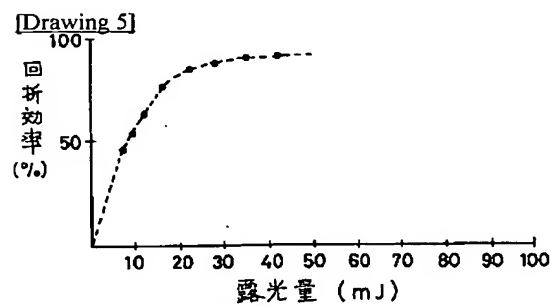
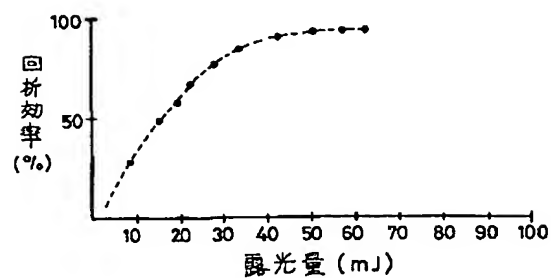


[Drawing 6]



[Drawing 4]





[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-160183

(43)Date of publication of application : 23.06.1995

(51)Int.Cl.

G03H 1/26

B60K 35/00

G02B 27/02

(21)Application number : 05-307891

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 08.12.1993

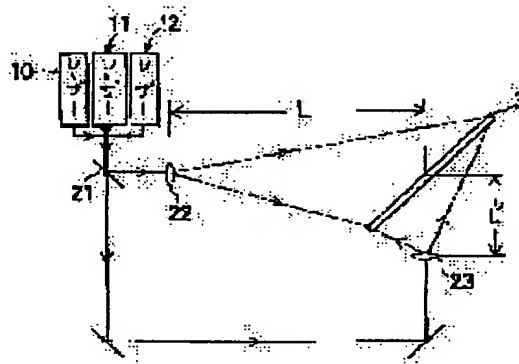
(72)Inventor : MIYAJI YOSHIYUKI

## (54) COLOR LIPPMANN HOLOGRAM AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a color Lippmann hologram which enables simultaneous recording of three colors in color hologram recording and color hologram duplicating as recording of a desired diffracted light wavelength with desired diffraction efficiency on the hologram is possible and which is useful for a head up display as appearance colors are decreased.

**CONSTITUTION:** The exposures by laser beams 10, 11, 12 are adjusted according to the respective exposing sensitivities of the respective colors of a photopolymerizable film 3, by which the respective diffraction efficiency of the respective colors is controlled to the color tones desired to be displayed. The hologram is produced by a process for previously depicting the relations between the exposures and diffraction efficiency of the respective colors of the photopolymerizable film 3 as graphs, deriving the necessary exposures of the respective colors from the respective graphs according to the color tones desired to be displayed and irradiating the photopolymerizable film 3 with the respective laser beams of three primary colors according to the exposures of the respective colors coaxially at the same time for starting the irradiation, thereby executing hologram recording.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.10.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3651808

[Date of registration] 04.03.2005

[Number of appeal against examiner's decision of 2003-21749 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 07.11.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-160183

(43) 公開日 平成7年(1995)6月23日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 H 1/26		9411-2K		
B 6 0 K 35/00	A			
G 0 2 B 27/02	A	7036-2K		

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願平5-307891

(22) 出願日 平成5年(1993)12月8日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 宮地 良幸

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

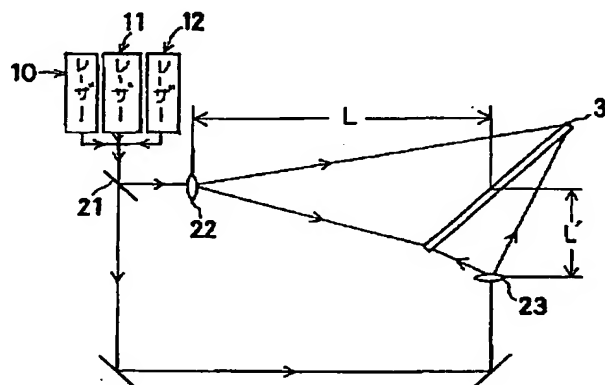
(74) 代理人 弁理士 内田 亘彦 (外7名)

(54) 【発明の名称】 カラーリップマンホログラム及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【構成】 レーザー光10, 11, 12による露光量が光重合性フィルム3における各色のそれぞれの露光感度に応じて調節されることにより、表示したい色調に各色のそれぞれの回折効率が調節されたものである。またその製造方法は、光重合性フィルムにおける各色の露光量と回折効率との関係をそれぞれグラフ化しておき、表示したい色調に応じて前記各グラフより各色の必要露光量を導出し、該各色の露光量に応じて、3原色それぞれのレーザー光を同軸でかつ照射開始時を同一として光重合性フィルムに照射してホログラム記録をするものである。

【効果】 所望の回折光波長を所望する回折効率にてホログラムに記録できるため、カラーホログラム記録やカラーホログラム複製における3色同時記録が可能であり、また、外観色が低減されるので、ヘッドアップディスプレイ用として有用である。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 赤、緑、青の3原色を回折するカラーリップマンホログラムにおいて、該ホログラムが3原色それぞれのレーザー光を同軸でかつ照射開始時を同一として光重合性フィルムに照射して記録されるものであって、該レーザー光による露光量が光重合性フィルムにおける各色のそれぞれの露光感度に応じて調節されることにより、表示したい色調に各色のそれぞれの回折効率が調節されたものであることを特徴とするカラーリップマンホログラム。

【請求項2】 カラーリップマンホログラムが、ヘッドアップディスプレイ用である請求項1記載のカラーリップマンホログラム。

【請求項3】 光重合性フィルムに赤、緑、青の3原色のホログラム記録を行ない、カラーリップマンホログラムを製造するにあたり、該光重合性フィルムにおける各色の露光量と回折効率との関係をそれぞれグラフ化しておき、表示したい色調に応じて前記各グラフより各色の必要露光量を導出し、該各色の露光量に応じて、3原色それぞれのレーザー光を同軸でかつ照射開始時を同一として光重合性フィルムに照射してホログラム記録をすることを特徴とするカラーリップマンホログラムの製造方法。

【請求項4】 各色のホログラム記録が、3原色それぞれのレーザー光における露光時間を同一とすると共に、各色の必要とする露光量になるようにそれぞれの露光強度を調節することにより行なわれるものである請求項3記載のカラーリップマンホログラムの製造方法。

【請求項5】 各色のホログラム記録が、各色のレーザー露光強度を固定すると共に、各色の必要とする露光量になるようにそれぞれの露光時間を調節することにより行なわれるものである請求項3記載のカラーリップマンホログラムの製造方法。

【請求項6】 カラーリップマンホログラムが、ヘッドアップディスプレイ用である請求項3記載のカラーリップマンホログラムの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、カラーリップマンホログラム、特にヘッドアップディスプレイとして有用なカラーリップマンホログラム及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、ホログラムは、装飾用、偽造防止用、光学素子用等に広く利用されるようになってきており、特に最近では波長選択性に優れ、立体感も優れる体積位相型（リップマン型）のホログラムが注目されている。

【0003】 例えば、ホログラムコンバイナーはこのような光学素子の一例であるが、その機能は半透過性結像素子と言うことができる。このようなホログラムコンバ

2

イナーに代表される光学素子としては、ヘッドアップディスプレイ用のコンバイナーが挙げられ、例えば、自動車用途として合わせガラス形態で用いられている。

【0004】 しかしながら、この種の用途に使用されているホログラムは、通常、単一波長で記録されるものであり、再生波長が一色に限定されてしまうという問題のほか、外観色が目立ち、運転席の前面ガラスに取り付けるものとしては問題を有している。

【0005】 一方、光重合性フィルムからなるカラーホログラムをこの種の用途に使用し、再生波長を多色化する要望がある。再生像をカラー化するには、原理的には3原色に相当するレーザー光を用いてホログラムを記録すればよいが、光重合性フィルムに含まれる各色素の励起効率が異なるために、赤、緑、青の3原色をそれぞれ所望する回折効率にコントロールし、所望の色調を得ることは困難である。

【0006】 例えば、3原色に相当するレーザー光を、それぞれ時間をずらし、非同軸で照射してホログラムを記録すると、3原色における最初のレーザー露光によりモノマー等の感材成分が移動し、所謂「色ずれ」が生じ、所望の色調を得ることは困難であるという問題がある。また、このようにして記録されたカラーリップマンホログラムは、単一波長で記録されるものと同様に外観色が目立ち、ヘッドアップディスプレイ用のコンバイナーとしては問題がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、所望の色調に制御されたカラーリップマンホログラムであって、特にヘッドアップディスプレイ用として、外観色の低減されたカラーリップマンホログラム及びその製造方法の提供を課題とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のカラーリップマンホログラムは、赤、緑、青の3原色を回折するカラーリップマンホログラムにおいて、該ホログラムが3原色それぞれのレーザー光を同軸でかつ照射開始時を同一として光重合性フィルムに照射して記録されるものであって、該レーザー光による露光量が光重合性フィルムにおける各色のそれぞれの露光感度に応じて調節されることにより、表示したい色調に各色のそれぞれの回折効率が調節されたものであることを特徴とする。

【0009】 本発明のカラーリップマンホログラムの製造方法は、光重合性フィルムに赤、緑、青の3原色のホログラム記録を行ない、カラーリップマンホログラムを製造するにあたり、該光重合性フィルムにおける各色の露光量と回折効率との関係をそれぞれグラフ化しておき、表示したい色調に応じて前記各グラフより各色の必要露光量を導出し、該各色の露光量に応じて、3原色それぞれのレーザー光を同軸でかつ照射開始時を同一として光重合性フィルムに照射してホログラム記録をするこ

とを特徴とする。

【0010】また、上記のカラーリップマンホログラムの製造方法において、各色のホログラム記録が、3原色それぞれのレーザー光における露光時間を同一とすると共に、各色の必要とする露光量になるようにそれぞれの露光強度を調節することにより行なわれることを特徴とする。

【0011】更に、上記のカラーリップマンホログラムの製造方法において、各色のホログラム記録が、各色のレーザー露光強度を固定すると共に、各色の必要とする露光量になるようにそれぞれの露光時間を調節することにより行なわれることを特徴とする。

【0012】更に、上記のカラーリップマンホログラムが、ヘッドアップディスプレイ用であることを特徴とする。

【0013】以下、本発明を詳細に説明する。

光重合性フィルムは実質的に固体であるが、レーザー光（コヒーレント光）に露光されると、モノマーは重合してフィルムの非露光領域とは異なる反射率及びレオロジー特性を有する分子量の高いポリマーを生成する。フィルムは実質的には固体であるが、成分は均一露光されるか、又は熱処理されて定着されるまで、レーザー光による露光前、露光中、または露光後に相互拡散する。光重合性フィルムは、膜厚が1～100 $\mu$ mの光重合性フィルムであり、成分としては、バインダー、エチレン系不飽和モノマー、光開始剤として600nm～680nmに吸収域を有するレーザー光用赤色色素、400nm～490nmに吸収域を有するレーザー光用青色色素、500nm～570nmに吸収域を有するレーザー光用緑色色素、及び必要に応じて可塑剤等からなる。

【0014】バインダーは、露光前はモノマー及び各色素のためのマトリックスとしての機能を有し、基本線の屈折率を与え、また、露光後は反射ホログラムを形成するのに必要な物理的及び屈折率特性に寄与する。屈折率の他に、凝集性、柔軟性、混和性及び引っ張り強度に優れるものであり、ポリビニルアセテート、ポリビニルブチラール、ポリビニルアセタール、ポリビニルホルマール、またこれらのポリマーのセグメントを主要部として含むインターポリマー及びこれらの混合物である。

【0015】また、エチレン系不飽和モノマーとしては、固体のエチレン系不飽和のカルバゾールモノマーと、付加重合することができる100℃以上の沸点を有する液体のエチレン系不飽和化合物との混合物が例示される。固体のエチレン系不飽和のカルバゾールモノマーとしては、例えばN-ビニルカルバゾールが例示され、また、液体のエチレン系不飽和化合物としては、例えば2-フェノキシエチルアクリレート、フェノールエトキシ化されたモノアクリレート、エトキシ化されたビスフェノールAジアクリレート、またはこれらの混合物が例示される。

【0016】また、光開始剤として、赤、青、緑の3原色色素が添加されるが、600nm～680nmに吸収域を有するレーザー光用赤色色素としては、キサンチン系色素、オキサジン系色素、また、400nm～490nmに吸収域を有するレーザー光用青色色素としては、オキサゾール・オキサジアゾール系色素、スチルベン系色素、キノロン系色素、クマリン系色素、500nm～570nmに吸収域を有するレーザー光用緑色色素としては、クマリン系色素、キサンチン系色素が挙げられる。具体的には「特殊機能色素」一技術と市場一、92頁～103頁、1986年7月25日、シーエムシー（株）発行に記載されているものが挙げられる。

【0017】また、光重合性フィルムには、接着性、柔軟性、硬度等の機械的性質を与えるために、必要に応じて可塑剤を含有させることができ、例えばトリエチレングリコールジカプリレート、テトラエチレングリコールジヘプタノエート等が挙げられる。その他、任意成分として光学増白剤、紫外線吸収剤、熱安定剤、水素供与体、接着改変剤、被覆助剤、剥離剤等が添加される。

【0018】フォトポリマー組成物における各成分の割合は、バインダー：25重量%～90重量%、好ましくは45重量%～75重量%、モノマー：5重量%～60重量%、好ましくは15重量%～50重量%、可塑剤：0～25重量%、好ましくは0～15重量%、光開始剤系：0.1重量%～10重量%、好ましくは1～7重量%、任意成分：0～5重量%、好ましくは1重量%～4重量%である。

【0019】フォトポリマー組成物は、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリメチルメタクリレートフィルム、ポリカーボネートフィルム、セルロートトリアセテートフィルム等の透明基体上に塗布して光重合性フィルムとされるか、またはフィルム状に成形した後、透明基体上に積層される。光重合性フィルム表面には、一次的な保護層としてポリエチレンまたはポリプロピレンフィルム、ポリエチレンテレフタレートフィルム等が積層される。このような光重合性フィルムは、例えばデュポン社から商品名HRF705、HRF352として市販されているものを使用することができる。

【0020】カラーリップマンホログラムを作製するための光学系は、図1に示すように、赤色レーザー10、青色レーザー11、緑色レーザー12から発振されたそれぞれのレーザー光を同軸とし、かつ照射開始時を同一としてその混合光をハーフミラー21で2分し、次いで、それぞれのレーザー光をレンズ22、23で1点からでる発散光に変え、光重合性フィルム3の両側からこれら2つの発散光を入射させ、リップマンホログラムとして干渉させるものである。

【0021】次に、本発明のカラーリップマンホログラム及びその製造方法について説明する。

【0022】上述したように、光重合性フィルムにおけ

5

る感光成分は、均一露光されるか、又は熱処理されて定着されるまで、レーザー光による露光前、露光中、または露光後に相互拡散するが、本発明は、3原色それぞれのレーザー光を同軸でかつ照射開始時を同一として光重合性フィルムに照射してホログラム記録するものであり、各色が露光量に応じた記録がなされることを見出したことに基づいている。また、各レーザー光の露光量を、光重合性フィルムにおける各色のそれぞれの露光感度に応じて調節しておく、光重合性フィルムにおける各色の励起効率が相違するとしても、表示したい色調に各色のそれぞれの回折効率が調節されることを見出したことに基づく。

【0023】各レーザー光の露光量を、光重合性フィルムにおける各色のそれぞれの露光感度に応じて調節するには、光重合性フィルムに、記録したい波長の光をそれぞれ単色光で露光し、露光量 (mJ) と回折効率 (%) の関係をグラフ化しておく。そして、記録するにあたっては、上記3グラフから、R、G、Bのそれぞれの所望の回折効率に対応するに露光量を導き出し、その導出された各露光量に応じて、各レーザー光の露光強度と照射時間をそれぞれ調節して照射すればよい。

【0024】各レーザー光の露光強度及び照射時間を調節する方法としては、

(1) 感度の低い赤色色素における露光時間に、他の青、緑の各レーザーの照射時間を合わせて同一時間とすると共に、他の青、緑が必要な露光量となるように各レーザーの出力を低下させるか、または、NDフィルター、または可変ビームスプリッターを使用して露光強度を調節して照射する、

(2) 赤、青、緑の各色のレーザー出力を、それらのレーザー出力装置が有する固有の出力に固定すると共に、赤、青、緑各色を所望の露光量となるようにそれぞれ露光時間を調節して照射する方法がある。

【0025】上記の(1)の方法は、照射開始時と照射時間を同一とするため、感光成分の拡散による影響が少なく、各色の回折効率を所望のものに最も調節できる方法である。

【0026】また、レーザー出力は、赤色レーザー (647nm) においては0.01W~2W、また青色レーザー (488nm) においては0.01W~7W、また緑色レーザー (514nm) においては0.01W~7Wと一定の制約がある。そのため、(2)の方法は、光重合性フィルムにおける各色の感度が低すぎてレーザー出力を調整できない場合や、また希望する色調とするために、各色の回折効率を大きく相違させる必要がある場合に適用される。この場合には、各レーザーの照射開始時を同一とし、照射時間を各色で相違させるものであり、希望する色調を多様化できるという利点がある。

【0027】以上、ホログラム感材として光重合性フィルムを使用する場合について記載したが、上記した所

6

望する色調に調節されたカラーリップマンホログラムの製造方法は、ホログラム感材として銀塩、重クロム酸ゼラチンを使用する場合においても、同様に適用できる。

【0028】このようにして記録された、カラーリップマンホログラムは、図2に示すようにしてホログラム像が再生される。即ち、撮影の際の一方の発散点近傍に設置した表示体25から出た光を反射方向に回折し、その回折像をあたかも撮影の際の他方の発散点近傍に設置された表示体の像25'から出たように行うものであり、その結像倍率及び像位置は、撮影時の発散点と記録材料との相対距離L、L'によって決まり、しかも、記録の際の波長またはそれと特定の関係がある波長の光しか回折せず、他の波長の光は透過するので、像を重畳または合成できるものである。

【0029】本発明のカラーリップマンホログラムは、各色の記録が、同軸で行なわれるために、ホログラム再生にあたっては、各色は加色混合され、外観色の低減したホログラムとできる。

【0030】

【作用及び発明の効果】本発明によれば、所望の回折光波長を所望する回折効率にてホログラムに記録できるため、カラーホログラム記録やカラーホログラム複製における3色同時記録が可能であり、また、外観色が低減されるので、ヘッドアップディスプレイ用として有用である。

【0031】

【実施例1】

(各色の露光感度の測定) 光重合性フィルム (デュボン社製「HRF705」、ポリエチレンテレフタレート透明フィルム (膜厚50μm) 上に、膜厚20μmの光重合性フィルムが積層され、保護膜としてポリエチレンテレフタレートフィルム (膜厚23μm) が積層) の保護膜を剥離した後、図1に示すカラーリップマンホログラム光学系に配置した。

【0032】まず、赤色レーザー (クリプトンレーザー) により、波長647nm、露光強度1.40mwにて、記録角度を0°と0°とし、5mJ/cm<sup>2</sup>の露光量となるように照射した後、高圧水銀灯を用いて100mJ/cm<sup>2</sup>紫外線を照射し、更に120℃で120分間加熱処理し、反射型のホログラムを作製した。

【0033】得られた、ホログラムの光学特性を透過型分光器で測定したところ、回折角度0°で、回折効率は10%であった。

【0034】光重合性フィルムを未記録のものにかえ、また露光量をそれぞれ10mJ/cm<sup>2</sup>、15mJ/cm<sup>2</sup>、20mJ/cm<sup>2</sup>、30mJ/cm<sup>2</sup>、40mJ/cm<sup>2</sup>、50mJ/cm<sup>2</sup>、60mJ/cm<sup>2</sup>、70mJ/cm<sup>2</sup>、80mJ/cm<sup>2</sup>、100mJ/cm<sup>2</sup>とした以外は同様にしてそれぞれホログラムを作製し、それぞれ回折効率を測定した。得られたそれぞれの露光

量に対する回折効率の関係を図3に示す。

【0035】次に、光重合性フィルムを未記録のものに変え、緑色レーザー（アルゴンレーザー）により、波長514nm、露光強度2.60mWにて、同様に5mJ/cm<sup>2</sup>の露光量となるように照射した後、高圧水銀灯を用いて100mJ/cm<sup>2</sup>紫外線を照射し、更に120℃で120分間加熱処理し、反射型のホログラムを作製した。得られた、ホログラムの光学特性を透過型分光器で測定したところ、回折角度0°で回折効率は20%であった。

【0036】光重合性フィルムを未記録のものにかえ、また露光量をそれぞれ10mJ/cm<sup>2</sup>、15mJ/cm<sup>2</sup>、20mJ/cm<sup>2</sup>、30mJ/cm<sup>2</sup>、40mJ/cm<sup>2</sup>、50mJ/cm<sup>2</sup>とした以外は同様にしてそれぞれホログラムを作製し、それぞれ回折効率を測定した。得られたそれぞれの露光量に対する回折効率の関係を図4に示す。

【0037】また、光重合性フィルムを未記録のものに変え、青色レーザー（アルゴンレーザー）により、波長488nm、露光強度1.80mWにて、同様に5mJ/cm<sup>2</sup>の露光量となるように照射した後、高圧水銀灯を用いて100mJ/cm<sup>2</sup>紫外線を照射し、更に120℃で120分間加熱処理し、反射型のホログラムを作製した。得られた、ホログラムの光学特性を透過型分光器で測定したところ、回折角度0°で回折効率は30%であった。

【0038】光重合性フィルムを未記録のものに変え、また露光量をそれぞれ10mJ/cm<sup>2</sup>、15mJ/cm<sup>2</sup>、20mJ/cm<sup>2</sup>、30mJ/cm<sup>2</sup>、40mJ/cm<sup>2</sup>とした以外は同様にしてそれぞれホログラムを作製し、それぞれ回折効率を測定した。得られたそれぞれの露光量に対する回折効率の関係を図5に示す。

【0039】（カラーリップマンホログラムの作製）赤色回折効率が40%、緑色回折効率が60%、青色回折効率が40%のカラーリップマンホログラムの作製を試みた。

【0040】図3から赤色回折効率が40%のものとするには40mJ/cm<sup>2</sup>、図4から緑色回折効率が60%のものとするには20mJ/cm<sup>2</sup>、図5からは、青色回折効率が40%のものとするには7mJ/cm<sup>2</sup>の露光量が必要であることがわかる。

【0041】赤色レーザー10の出力を1.40mWとする場合、露光量を40mJ/cm<sup>2</sup>とするためには露光時間は約28秒必要である。次に、この感度の低い赤色に合わせて露光時間（28秒）を固定し、緑色レーザー11による露光強度を、NDフィルターを使用して0.71mWに調整し、露光量が20mJ/cm<sup>2</sup>となるように調整する。また、同様に青色レーザー12による露光強度を、NDフィルターを使用して0.25mWに調整し、露光量が7mJ/cm<sup>2</sup>となるように調整し

た。

【0042】そして、これにもとづき、図1に示す光学系において、未記録の光重合性フィルムに、赤色レーザー10による露光強度を1.40mWとし、露光時間は約28秒、緑色レーザー11による露光強度を、NDフィルターを使用して0.71mWに調整し、露光時間は約28秒、また、同様に青色レーザー12による露光強度を、NDフィルターを使用して0.25mWに調整し、露光時間は約28秒とし、各レーザーを同時に、かつ同軸で同一時間（28秒）照射した後、高圧水銀灯を用いて100mJ/cm<sup>2</sup>紫外線を照射し、更に120℃で120分間加熱処理し、反射型のホログラムを作製した。図6に、各色レーザーの照射タイミングを示す。

【0043】得られた、ホログラムの光学特性を透過型分光器で測定したところ、赤色の回折効率は40%、緑色の回折効率は63%、青色の回折効率は40%であり、所望する回折効率のカラーリップマンホログラムが得られた。

【0044】また、このカラーリップマンホログラムを、自動車用途として合わせガラス形態でヘッドアップディスプレイ用としたところ、外観色は殆ど確認されなかった。

【0045】

【実施例2】実施例1において、赤色レーザー10の出力を1.40mWとする場合、露光量を40mJ/cm<sup>2</sup>とするためには露光時間は約28秒必要である。次に、緑色レーザー11として露光強度が1.00mWのものを使用し、露光量が20mJ/cm<sup>2</sup>となるように露光時間を20秒とする。また、同様に青色レーザー12として露光強度が0.5mWのものを使用し、露光量が7mJ/cm<sup>2</sup>となるように露光時間を14秒とする。

【0046】そして、これにもとづき、図1に示す光学系において、未記録の光重合性フィルムに、赤色レーザー10による露光強度を1.40mWとし、露光時間は約28秒、緑色レーザー11による露光強度を1.00mWとし、露光時間を約20秒、また、同様に青色レーザー12による露光強度を0.5mWとし、露光時間を約14秒、同軸で同時に記録角度を45°とし照射した後、高圧水銀灯を用いて100mJ/cm<sup>2</sup>紫外線を照射し、更に120℃で120分間加熱処理し、反射型のホログラムを作製した。図7に、各色レーザーの照射タイミングを示す。

【0047】得られた、ホログラムの光学特性を透過型分光器で測定したところ、赤色の回折効率は35%、緑色の回折効率は63%、青色の回折効率は45%であり、所望する回折効率に近いカラーリップマンホログラムが得られた。

【0048】また、このカラーリップマンホログラムを、自動車用途として合わせガラス形態でヘッドアップ



9

ディスプレイ用としたところ、外観色は殆ど確認されなかった。

#### 【0049】

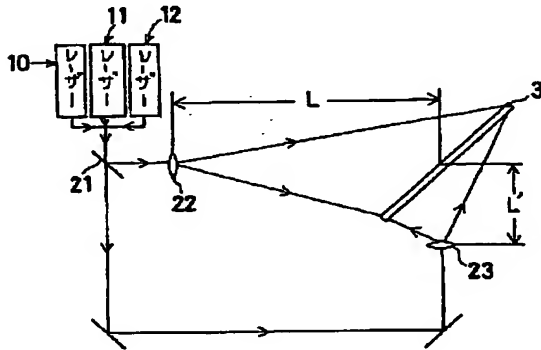
【比較例】実施例1における各色のレーザーの露光強度、露光時間を同一とするが、赤色レーザーによる記録角度を $45^\circ$ と $45^\circ$ 、緑色レーザーによる記録角度を $45^\circ$ と $62^\circ$ 、青色レーザーによる記録角度を $30^\circ$ と $54^\circ$ とし、照射開始時を相違させ、まず、赤色レーザーにより28秒照射し、照射後に照射角度を上述のように変更した後、緑色レーザーにより28秒照射し、その照射後に照射角度を上述のように変更した後、青色レーザーにより28秒照射した。ついで、高圧水銀灯を用いて $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$  紫外線を照射し、更に $120^\circ\text{C}$ で120分間加熱処理し、反射型ホログラムを作製した。図8に、各色レーザーの照射タイミングを示す。

【0050】得られた、ホログラムの光学特性を透過型分光器で測定したところ、赤色の回折効率 $55\%$ 、緑色の回折効率 $30\%$ 、青色の回折効率 $10\%$ であり、上記の実施例のものに比して、所望する回折効率からは悪いことがわかる。尚、上記ではR、G、Bのそれぞれの記録角度を相違させたが、記録角度を同一としても同一結果が得られた。

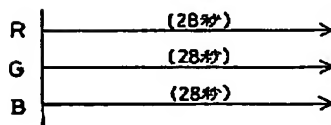
【0051】また、自動車用途として合わせガラス形態でヘッドアップディスプレイ用としたところ、最初に照射した赤色光に反応が支配され、外観色の観察されるものであった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】



【図6】



10

【図1】 本発明のカラーリップマンホログラムの作製方法を示す概略図である。

【図2】 本発明のカラーリップマンホログラムの再生方法を示す概略図である。

【図3】 実施例1で使用した光重合性フィルムにおける、赤色レーザーの露光量と得られる回折効率との関係を示す図である。

【図4】 実施例1で使用した光重合性フィルムにおける、青色レーザーの露光量と得られる回折効率との関係を示す図である。

【図5】 実施例1で使用した光重合性フィルムにおける、緑色レーザーの露光量と得られる回折効率との関係を示す図である。

【図6】 実施例1におけるカラーリップマンホログラムの製造において、各色レーザーの照射タイミングの説明図である。

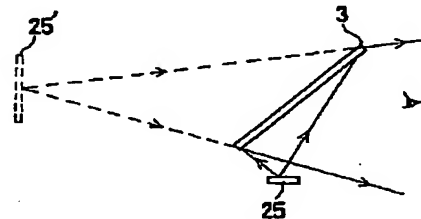
【図7】 実施例2におけるカラーリップマンホログラムの製造において、各色レーザーの照射タイミングの説明図である。

【図8】 比較例におけるカラーリップマンホログラムの製造において、各色レーザーの照射タイミングの説明図である。

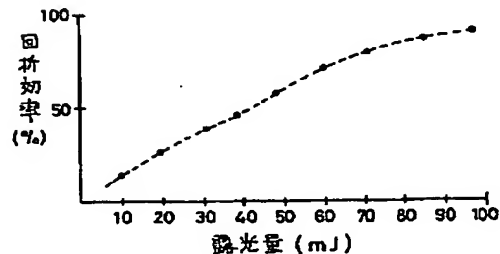
#### 【符号の説明】

図中、3は光重合性フィルム、10は赤色レーザー、11は青色レーザー、12は緑色レーザー、21はハーフミラー、22、23はレンズ、25、25'は像である。

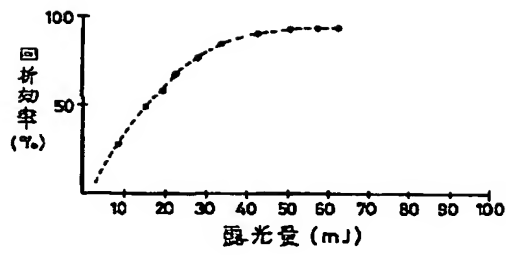
【図2】



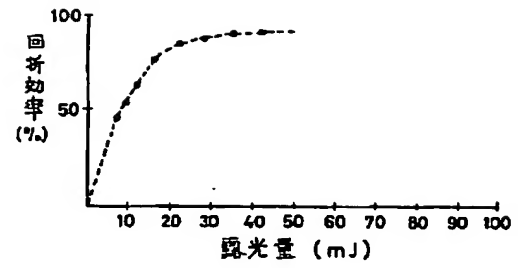
【図3】



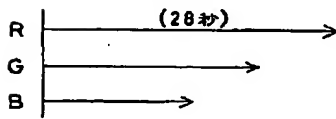
【図4】



【図5】



【図7】



【図8】

